

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
18. August 2005 (18.08.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2005/075815 A1

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: F02M 61/14, 61/18, F02B 23/10

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2004/002604

(22) Internationales Anmeldedatum: 24. November 2004 (24.11.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität: 10 2004 005 727.3 5. Februar 2004 (05.02.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

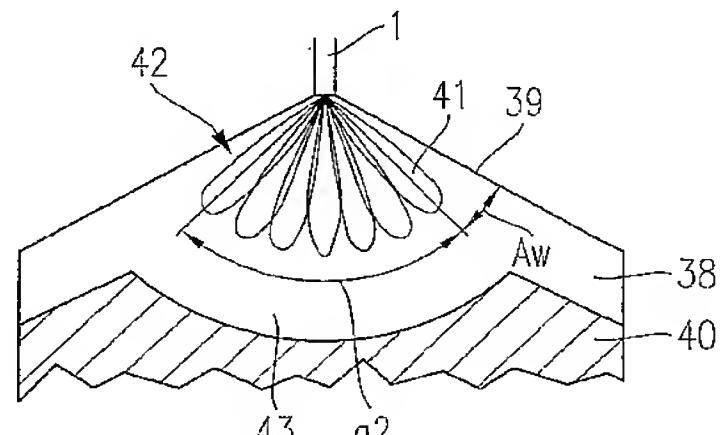
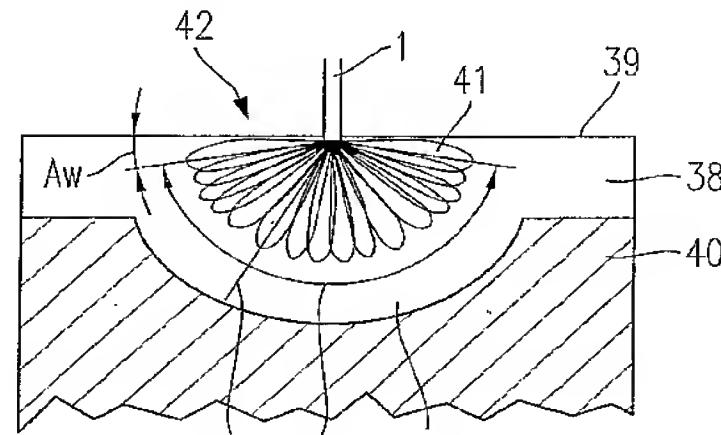
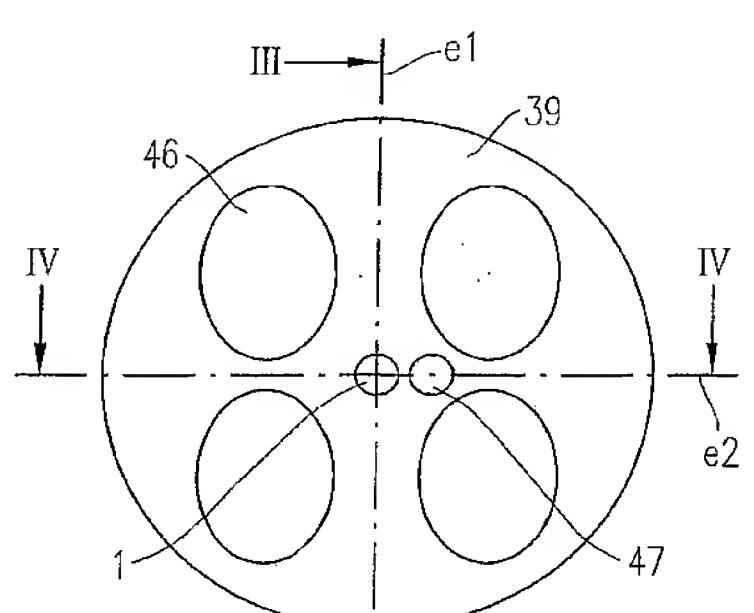
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): VOGEL, Manfred [DE/DE]; Lerchenstr. 17, 71254 Ditzingen (DE). HERDEN, Werner [DE/DE]; Kappelweg 7, 70839 Gerlingen (DE). ECKER, Rainer [DE/DE]; Fuchsweg 9, 70806 Kornwestheim (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FUEL-INJECTION SYSTEM

(54) Bezeichnung: BRENNSTOFFEINSPRITZSYSTEM



**(57) Abstract:** The invention relates to a fuel-injection system for the direct injection of fuel into a combustion chamber (38) through the ceiling (39) of said chamber, which lies opposite a piston (40). Said system comprises a fuel-injection valve (1) with a valve closing body (4) that can be actuated. The valve closing body (4) co-operates with a valve seat surface (6) to form a seal seat. A spray mist (42) is produced by means of a plurality of injection orifices (7), a fuel jet (41) being produced by each respective injection orifice (7) and the plurality of fuel jets (41) in the combustion chamber (38) constituting the spray mist (42). A first flare angle (a1) of the spray mist (42) on a first plane (e1) is greater than a second flare angle (a2) on a second plane (e2) that runs perpendicularly to the first plane (e1).

**(57) Zusammenfassung:** Ein Brennstoffeinspritzsystem zum direkten Einspritzen von Brennstoff in einen Brennraum (38) durch ein Brennraumdeckel (39), welches gegenüber einem Kolben (40) angeordnet ist, weist ein Brennstoffeinspritzventil (1) mit einem betätigbaren Ventilschließkörper (4) auf. Der Ventilschließkörper (4) wirkt mit einer Ventilsitzfläche (6) zu einem Dichtsitz zusammen. Durch eine Vielzahl von Abspritzöffnungen (7) wird eine Spraywolke (42) erzeugt, wobei durch jeweils eine Abspritzöffnung (7) ein Brennstoffstrahl (41) und durch die Vielzahl von Brennstoffstrahlen (41) im Brennraum (38) die Spraywolke (42) erzeugt wird. Ein erster Öffnungswinkel (a1) der Spraywolke (42) in einer ersten Ebene (e1) ist größer als ein zweiter Öffnungswinkel (a2) einer senkrecht zur ersten Ebene (e1) verlaufenden zweiten Ebene (e2).

WO 2005/075815 A1



**(84) Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— *mit internationalem Recherchenbericht*

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

5

10

**Brennstoffeinspritzsystem**

## 15 Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Brennstoffeinspritzsystem nach der Gattung des Hauptanspruchs.

20 Beispielsweise ist aus der DE 101 03 050 A1 ein Brennstoffeinspritzventil mit mehreren Abspritzöffnungen bekannt. Die Abspritzöffnungen sind so angeordnet, daß beim Einspritzvorgang ein nach allen Seiten möglichst gleichmäßiger, nach allen Seiten mit einem gleichen 25 Öffnungswinkel öffnender Brennstoffmantel im Brennraum erzeugt wird.

Nachteilig bei dem aus der obengenannten Druckschrift bekannten Brennstoffeinspritzsystem ist insbesondere, daß 30 die Verteilung von Brennstoff in Brennräume mit einem nicht rotationsymmetrischen Brennraumdach nur unzureichend gleichmäßig erfolgt.

## Vorteile der Erfindung

35

Das erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzsystem mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß die Verteilung von Brennstoff

in Brennräume mit nichtrotationsymmetrischem Brennraumdach gleichmäßiger erfolgen kann.

5 Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterentwicklungen des im Hauptanspruch angegebenen Brennstoffeinspritzsystems möglich.

10 Vorteilhafte Weise ist die Spraywolke so geformt, daß sich ein im umfänglichen Verlauf der Spraywolke gleichbleibender Abstandswinkel zwischen Brennraumdach und Spraywolke ergibt, wobei die Spraywolke als "Duschkopfspray" ausgebildet ist, die viele Brennstoffstrahlen gleichmäßig in den Brennraum verteilt. Dadurch kann die Verteilung und die Verbrennung des Brennstoffes verbessert werden.

15 20 In einer weiteren Weiterbildung spritzt das Brennstoffeinspritzventil durch ein sich im Querschnitt der zweiten Ebene konisch aufweitendes Brennraumdach ein, wobei sich das Brennraumdach im Querschnitt der ersten Ebene mit einer größeren Steigung aufweitet.

25 Vorteilhafte Weise wird der Brennstoff wenigstens teilweise in eine Kolbenmulde des Kolbens eingespritzt. Dadurch können jeweils gleiche Abstände der abspritzseitigen Enden der Brennstoffstrahlen zur in Strahlrichtung angeordneten Wandung sehr einfach für alle oder nur einen Teil der Brennstoffstrahlen erreicht werden.

30 Vorteilhafte Weise weist die Kolbenmulde zumindest eine Erhebung auf.

35 Ist die Erhebung vorteilhafte Weise mittig in der Kolbenmulde angeordnet, lassen sich die Brennstoffstrahlen mit nur geringem Aufwand mit jeweils vorteilhaft in der Verlängerung ihrer Strahlachse gelegenen gleichen Abständen zur Wandung der Kolbenmulde einspritzen.

Vorteilhafte Weise dringen die äußeren Brennstoffstrahlen der Spraywolke tiefer in den Brennraum ein als die inneren

Brennstoffstrahlen. Dadurch kann die Form des Brennstoffmantels der Geometrie der Kolbenmulde vorteilhaft angepaßt werden.

5 In einer weiteren Weiterbildung des erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils sind die Durchmesser der Abspritzöffnungen der inneren Brennstoffstrahlen kleiner als die Durchmesser der Abspritzöffnungen der äußeren Brennstoffstrahlen und/oder die Abspritzöffnungen der inneren Brennstoffstrahlen erweitern sich in Abspritzrichtung im abspritzseitigen Bereich und/oder der an der Abspritzöffnung der inneren Brennstoffstrahlen anstehende Brennstoffdruck ist durch baulich Maßnahmen reduziert. Dadurch kann die Eindringtiefe der inneren 10 Brennstoffstrahlen mit einfachen Maßnahmen reduziert werden.

15

Vorteilhafterweise spritzt das Brennstoffeinspritzventil zentral in die Mitte des Brennraums ein. Dadurch ist die Erreichbarkeit der gesamten Brennraumluft gegeben.

20 Vorteilhafterweise weist das Brennstoffeinspritzventil 20 bis 40 Abspritzöffnungen auf. Die Eindringtiefe des Brennstoffmantels und der einzelnen Brennstoffstrahlen wird dadurch vorteilhafterweise deutlich reduziert und die 25 Oberfläche des mit der Verbrennungsluft durch die Scherkontaktfläche in Kontakt stehenden Brennstoffsprays ist vorteilhaft erhöht.

In einer weiteren Weiterbildung weisen die Spreizwinkel 30 zwischen den Brennstoffstrahlen einen Winkel von  $15^\circ$  bis  $25^\circ$  auf, idealerweise  $20^\circ$ . Dadurch ist eine optimale Homogenisierung der Brennstoffes mit der Verbrennungsluft möglich.

## Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden 5 Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Schnitt durch ein Beispiel eines gattungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils,

10 Fig. 2 ein Beispiel einer Anordnung eines erfindungsgemäß verwendeten Brennstoffeinspritzventils in einem Brennraumdach,

15 Fig. 3 eine schematische Darstellung einer durch ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäß verwendeten Brennstoffeinspritzventils erzeugten Spraywolke im Querschnitt der ersten Ebene entlang der Linie III-III in Fig. 2,

20 Fig. 4 eine schematische Darstellung einer durch das erste Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäß verwendeten Brennstoffeinspritzventils erzeugten Spraywolke im Querschnitt der zweiten Ebene entlang der Linie IV-IV in Fig. 2,

25 Fig. 5 einen schematischen Schnitt durch den Ventilsitzkörper des ersten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäß verwendeten Brennstoffeinspritzventils im Querschnitt der ersten Ebene entlang der Linie III-III in Fig. 2,

30 Fig. 6 einen schematischen Schnitt durch den Ventilsitzkörper des ersten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäß verwendeten Brennstoffeinspritzventils im Querschnitt der zweiten Ebene entlang der Linie IV-IV in Fig. 2 und

Fig. 7 eine schematische Darstellung einer durch ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäß verwendeten Brennstoffeinspritzventils erzeugten Spraywolke im Querschnitt der zweiten Ebene entlang der Linie IV-IV in Fig. 2.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung beispielhaft beschrieben. Übereinstimmende Bauteile sind dabei mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen.

Bevor anhand der Figuren 3 bis 7 bevorzugte erfindungsgemäße Ausführungsbeispiele näher beschrieben werden, soll zum besseren Verständnis der Erfindung zunächst anhand von Fig. 1 ein gattungsgemäßes Brennstoffeinspritzventil bezüglich seiner wesentlichen Bauteile kurz erläutert werden.

Ein in Fig. 1 dargestelltes Beispiel eines gattungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils 1 ist in der Form eines Brennstoffeinspritzventils 1 für Brennstoffeinspritzanlagen von gemischverdichtenden, fremdgezündeten Brennkraftmaschinen ausgeführt. Das Brennstoffeinspritzventil 1 eignet sich insbesondere zum direkten Einspritzen von Brennstoff in einen nicht dargestellten Brennraum einer Brennkraftmaschine.

Das Brennstoffeinspritzventil 1 besteht aus einem Düsenkörper 2, in welchem eine Ventilnadel 3 angeordnet ist. Die Ventilnadel 3 weist abspritzseitig einen Ventilschließkörper 4 auf, der mit einer auf einem Ventilsitzkörper 5 angeordneten Ventilsitzfläche 6 zu einem Dichtsitz zusammenwirkt. Bei dem Brennstoffeinspritzventil 1 handelt es sich im Beispiel um ein nach innen öffnendes Brennstoffeinspritzventil 1, welches über eine Abspritzöffnung 7 verfügt. Der Düsenkörper 2 ist durch eine Dichtung 8 gegen einen Außenpol 9 einer Magnetspule 10 abgedichtet. Die Magnetspule 10 ist in einem Spulengehäuse 11 gekapselt und auf einen Spulenträger 12 gewickelt,

welcher an einem Innenpol 13 der Magnetspule 10 anliegt. Der Innenpol 13 und der Außenpol 9 sind durch einen Abstand 26 voneinander getrennt und miteinander durch ein nicht ferromagnetisches Verbindungsbauteil 29 verbunden. Die 5 Magnetspule 10 wird über eine elektrische Leitung 19 von einem über einen elektrischen Steckkontakt 17 zuführbaren elektrischen Strom erregt. Der Steckkontakt 17 ist von einer Kunststoffummantelung 18 umgeben, die am Innenpol 13 angespritzt sein kann.

10

Die Ventilnadel 3 ist in einer Ventilnadelführung 14 geführt, welche scheibenförmig ausgeführt ist. Zur Hübeinstellung dient eine zugepaarte Einstellscheibe 15. An der anderen Seite der Einstellscheibe 15 befindet sich der 15 Anker 20. Dieser steht über einen ersten Flansch 21 mit der Ventilnadel 3 in Verbindung, welche durch eine Schweißnaht 22 mit dem ersten Flansch 21 verbunden ist. Auf dem ersten Flansch 21 stützt sich eine spiralförmige Rückstellfeder 23 ab, welche in der vorliegenden Bauform des 20 Brennstoffeinspritzventils 1 durch eine Hülse 24 auf Vorspannung gebracht wird.

In der Ventilnadelführung 14, im Anker 20 und an einem Führungselement 36 verlaufen Brennstoffkanäle 30, 31 und 32. 25 Der Brennstoff wird über eine zentrale Brennstoffzufuhr 16 zugeführt und durch ein Filterelement 25 gefiltert. Das Brennstoffeinspritzventil 1 ist durch einen Gummiring 28 gegen eine nicht weiter dargestellte Brennstoffverteilerleitung und durch eine Dichtung 37 gegen 30 einen nicht weiter dargestellten Zylinderkopf abgedichtet.

An der abspritzseitigen Seite des Ankers 20 ist ein ringförmiges Dämpfungselement 33, welches aus einem Elastomerwerkstoff besteht, angeordnet. Es liegt auf einem zweiten Flansch 34 auf, welcher über eine Schweißnaht 35 stoffschlüssig mit der Ventilnadel 3 verbunden ist.

Im Ruhezustand des Brennstoffeinspritzventils 1 wird der Anker 20 von der Rückstellfeder 23 entgegen seiner

Hubrichtung so beaufschlagt, daß der Ventilschließkörper 4 an der Ventilsitzfläche 6 in dichtender Anlage gehalten wird. Bei Erregung der Magnetspule 10 baut diese ein Magnetfeld auf, welches den Anker 20 entgegen der Federkraft 5 der Rückstellfeder 23 in Hubrichtung bewegt, wobei der Hub durch einen in der Ruhestellung zwischen dem Innenpol 12 und dem Anker 20 befindlichen Arbeitsspalt 27 vorgegeben ist. Der Anker 20 nimmt den ersten Flansch 21, welcher mit der Ventilnadel 3 verschweißt ist, ebenfalls in Hubrichtung mit. 10 Der mit der Ventilnadel 3 in Verbindung stehende Ventilschließkörper 4 hebt von der Ventilsitzfläche 6 ab, und der druckbehaftet zugeführte Brennstoff wird durch die Abspritzöffnung 7 in den nicht dargestellten Brennraum abgespritzt.

15 Wird der Spulenstrom abgeschaltet, fällt der Anker 20 nach genügendem Abbau des Magnetfeldes durch den Druck der Rückstellfeder 23 vom Innenpol 13 ab, wodurch sich der mit der Ventilnadel 3 in Verbindung stehende erste Flansch 21 20 entgegen der Hubrichtung bewegt. Die Ventilnadel 3 wird dadurch in die gleiche Richtung bewegt, wodurch der Ventilschließkörper 4 auf der Ventilsitzfläche 6 aufsetzt und das Brennstoffeinspritzventil 1 geschlossen wird.

25 Fig. 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Anordnung eines Brennstoffeinspritzventils 1 in einem Brennraumdach 39 eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzsystems, wobei das Brennstoffeinspritzventil 1 vorzugsweise zentriert im Brennraumdach 39 angeordnet ist. Das Brennraumdach 39 30 begrenzt zusammen mit einem nicht näher dargestellten Zylinder und einem in Fig. 3, 4 und 7 dargestellten Kolben 40 einen Brennraum 38. Das vom Brennraum 38 her dargestellte Brennraumdach 39 weist vier Ventile 46 auf, die dem Gasaustausch dienen. Eine Zündkerze 47 ragt in nur kurzem 35 Abstand zum Brennstoffeinspritzventils 1 in den Brennraum 38. Eine erste Ebene e1 und eine zweite Ebene e2 schneiden den Brennraum 38 und das abspritzseitige Ende des erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils 1, wobei die

zweite Ebene e2 senkrecht zur ersten Ebene e1 verläuft und diese schneidet.

Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung einer durch ein erstes Ausführungsbeispiel des Brennstoffeinspritzventils 1 eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzsystems erzeugten Spraywolke 42 im Querschnitt der ersten Ebene e1 entlang der Linie III-III in Fig. 2. Die Spraywolke 42, welche durch beispielsweise vierzig Brennstoffstrahlen 41 aufgespannt wird, weist im Querschnitt entlang der ersten Ebene e1 die Form eines Kreisausschnitts auf. Alle Brennstoffstrahlen 41 greifen gleich weit in den Brennraum 38 hinein. Die Spraywolke 42 ist koaxial im Brennraum 38 angeordnet. Das Brennraumdach 39 weist im Querschnitt der ersten Ebene e1 einen rechteckförmigen Verlauf auf. Die Spraywolke 42 weist zum Brennraumdach 39 einen gleichbleibenden Abstandswinkel  $\alpha_w$  auf. Im Querschnitt der ersten Ebene e1 öffnet sich die Spraywolke 42 mit einem ersten Öffnungswinkel  $\alpha_1$ , der größer ist als ein in Fig. 3 dargestellter zweiter Öffnungswinkel  $\alpha_2$ .

Der Kolben 40 weist eine im Querschnitt der ersten Ebene e1 kreisabschnittsförmige Kolbenmulde 43 auf, die zentriert im Kolben 40 angeordnet ist. Die Brennstoffstrahlen 41 weisen jeweils eine Strahlachse 45 auf. Je nach der Position des Kolbens 40 beim Einspritzvorgang, zielt bzw. zielen ein Teil oder sämtliche Brennstoffstrahlen 41 in der Verlängerung entlang ihrer Strahlachsen 45 auf die Oberfläche der Kolbenmulde 43. Die Abstände der Enden der Brennstoffstrahlen 41 zur Oberfläche der Kolbenmulde 43 in der Verlängerung entlang ihrer Strahlachsen 45 ist dabei gleich.

Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung der durch das erste Ausführungsbeispiel des Brennstoffeinspritzventils 1 des erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzsystems erzeugten Spraywolke 42 im Querschnitt der zweiten Ebene e2 entlang der Linie IV-IV in Fig. 2. Der zweite Öffnungswinkel  $\alpha_2$  ist deutlich kleiner als der in Fig. 2 dargestellte erste

Öffnungswinkel  $a_1$ , wobei der Abstandswinkel  $Aw$  die gleiche Größe aufweist wie der in Fig. 2 gezeigt Abstandswinkel  $Aw$ . Das Brennraumdach 39 erweitert sich in der hier gezeigten Perspektive, welche senkrecht zur zweiten Ebene  $e_2$  ist, 5 konisch vom Brennstoffeinspritzventil 1 weg.

Fig. 5 zeigt einen schematischen Schnitt durch den Ventilsitzkörper 5 des ersten Ausführungsbeispiels des Brennstoffeinspritzventils 1 des erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzsystems im Querschnitt der ersten Ebene 10  $e_1$  entlang der Linie III-III in Fig. 2. Die neun entlang der ersten Ebene  $e_1$  liegenden Abspritzöffnungen 7 weisen zueinander einen Spreitzwinkel  $Sw$  von beispielsweise  $20^\circ$  auf.

Fig. 6 zeigt einen schematischen Schnitt durch den Ventilsitzkörper 5 des ersten Ausführungsbeispiels des Brennstoffeinspritzventils 1 des erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzsystems im Querschnitt der zweiten Ebene 20  $e_2$  entlang der Linie IV-IV in Fig. 2. Die sieben entlang der zweiten Ebene  $e_2$  liegenden Abspritzöffnungen 7 weisen zueinander ebenfalls den Spreitzwinkel  $Sw$  von  $20^\circ$  auf. Durch die im Vergleich zur Anzahl der in der ersten Ebene  $e_1$  liegenden Abspritzöffnungen 7 kleinere Zahl der 25 Abspritzöffnungen 7 in der zweiten Ebene  $e_2$ , ist der zweite Öffnungswinkel  $a_2$  deutlich kleiner als der erste Öffnungswinkel  $a_1$ .

Fig. 7 zeigt eine schematische Darstellung einer mit einem 30 zweiten Ausführungsbeispiel eines Brennstoffeinspritzventils 1 eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzsystems erzeugten Spraywolke 42 im Querschnitt der zweiten Ebene  $e_2$  entlang der Linie IV-IV in Fig. 2. Die Kolbenmulde 43 weist eine wellenförmige Erhebung 44 auf, die mittig in der 35 Kolbenmulde 43 angeordnet ist. Die in der Mitte der Spraywolke 42 angeordneten Brennstoffstrahlen 41 dringen dabei weniger tief in den Brennraum 38 ein als die äußeren Brennstoffstrahlen 41. Die Form der Spraywolke 42 ist somit der Form der Kolbenmulde 43 entsprechend geformt, so daß

alle in die Kolbenmulde 43 zielenden Brennstoffstrahlen 41 zur Kolbenmulde 43 den gleichen Abstand einhalten. Die Abspritzöffnungen 7 der inneren Brennstoffstrahlen 41 sind im Vergleich zu den Abspritzöffnungen 7 der äußeren 5 Brennstoffstrahlen 41 im Durchmesser reduziert und/oder im abspritzseitigen Bereich konisch erweitert. Beispielsweise kann auch der an der Abspritzöffnung 7 der inneren Brennstoffstahlen anstehende Druck des Brennstoffs durch bauliche Maßnahmen reduziert sein.

10

Die zum Brennraum 38 gerichtete Oberfläche des Kolbens 40 fällt in diesem Ausführungsbeispiel vom Außenrand der Kolbenmulde 43 ausgehend in Abspritzrichtung konisch ab.

15

Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt. Die Merkmale der Ausführungsbeispiele können in beliebiger Weise miteinander kombiniert werden.

5

10

**Ansprüche**

15 1. Brennstoffeinspritzsystem zum direkten Einspritzen von Brennstoff in einen Brennraum (38) durch ein Brennraumdecke (39), welches gegenüber einem Kolben (40) angeordnet ist, mit einem Brennstoffeinspritzventil (1) mit einer Vielzahl von Abspritzöffnungen (7), wobei durch jeweils eine Abspritzöffnung (7) ein Brennstoffstrahl (41) erzeugt wird und durch die Vielzahl von Brennstoffstrahlen (41) im Brennraum (38) eine Spraywolke (42) erzeugt wird,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß ein erster Öffnungswinkel ( $\alpha_1$ ) des Brennstoffmantels (42) in einer ersten Ebene ( $e_1$ ) größer ist als ein zweiter Öffnungswinkel ( $\alpha_2$ ) in einer senkrecht zur ersten Ebene ( $e_1$ ) verlaufenden zweiten Ebene ( $e_2$ ).

2. Brennstoffeinspritzsystem nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die Spraywolke (42) so geformt ist, daß sich ein im umfänglichen Verlauf der Spraywolke (42) gleichbleibender Abstandswinkel ( $\Delta_w$ ) zwischen Brennraumdecke (39) und Brennstoffmantel (42) ergibt.

35 3. Brennstoffeinspritzsystem nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß das Brennstoffeinspritzventil (1) durch ein sich im Querschnitt der zweiten Ebene ( $e_2$ ) konisch vom

Brennstoffeinspritzventil (1) aufweitendes Brennraumdecke (39) einspritzt, wobei sich das Brennraumdecke (39) im Querschnitt der ersten Ebene (e1) mit einer größeren Steigung aufweitet.

5

4. Brennstoffeinspritzsystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß der Brennstoff in Richtung einer Kolbenmulde (43)  
10 eingespritzt wird.

5. Brennstoffeinspritzsystem nach Anspruch 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die Kolbenmulde (43) zumindest eine Erhebung (44)  
15 aufweist.

6. Brennstoffeinspritzsystem nach Anspruch 5,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die Erhebung (44) mittig in der Kolbenmulde (43)  
20 angeordnet ist.

7. Brennstoffeinspritzsystem nach einem der Ansprüche 4 bis 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die in die Kolbenmulde (43) eingespritzten Brennstoffstrahlen (41) in der Verlängerung entlang ihrer Strahlachse (45) jeweils gleiche Abstände zur Oberfläche der Kolbenmulde (43) aufweisen.

30 8. Brennstoffeinspritzsystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die in der Mitte des Brennstoffmantels (42) angeordneten inneren Brennstoffstrahlen (41) weniger tief in den Brennraum (38) eindringen als die äußeren Brennstoffstrahlen (41).

9. Brennstoffeinspritzsystem nach Anspruch 8,  
**dadurch gekennzeichnet,**

daß die Durchmesser der Abspritzöffnungen (7) der inneren Brennstoffstrahlen (41) kleiner sind als die Durchmesser der äußeren Brennstoffstrahlen (41) und/oder

5 daß sich die Abspritzöffnungen (7) der inneren Brennstoffstrahlen (41) im abspritzseitigen Bereich erweitern und/oder

daß der an der Abspritzöffnung (7) der inneren Brennstoffstrahlen (41) anstehende Brennstoffdruck durch baulich Maßnahmen stromaufwärts reduziert ist.

10

10. Brennstoffeinspritzsystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**

15 daß das Brennstoffeinspritzventil (1) zentral in der Mitte des Brennraumdachs (39) angeordnet ist.

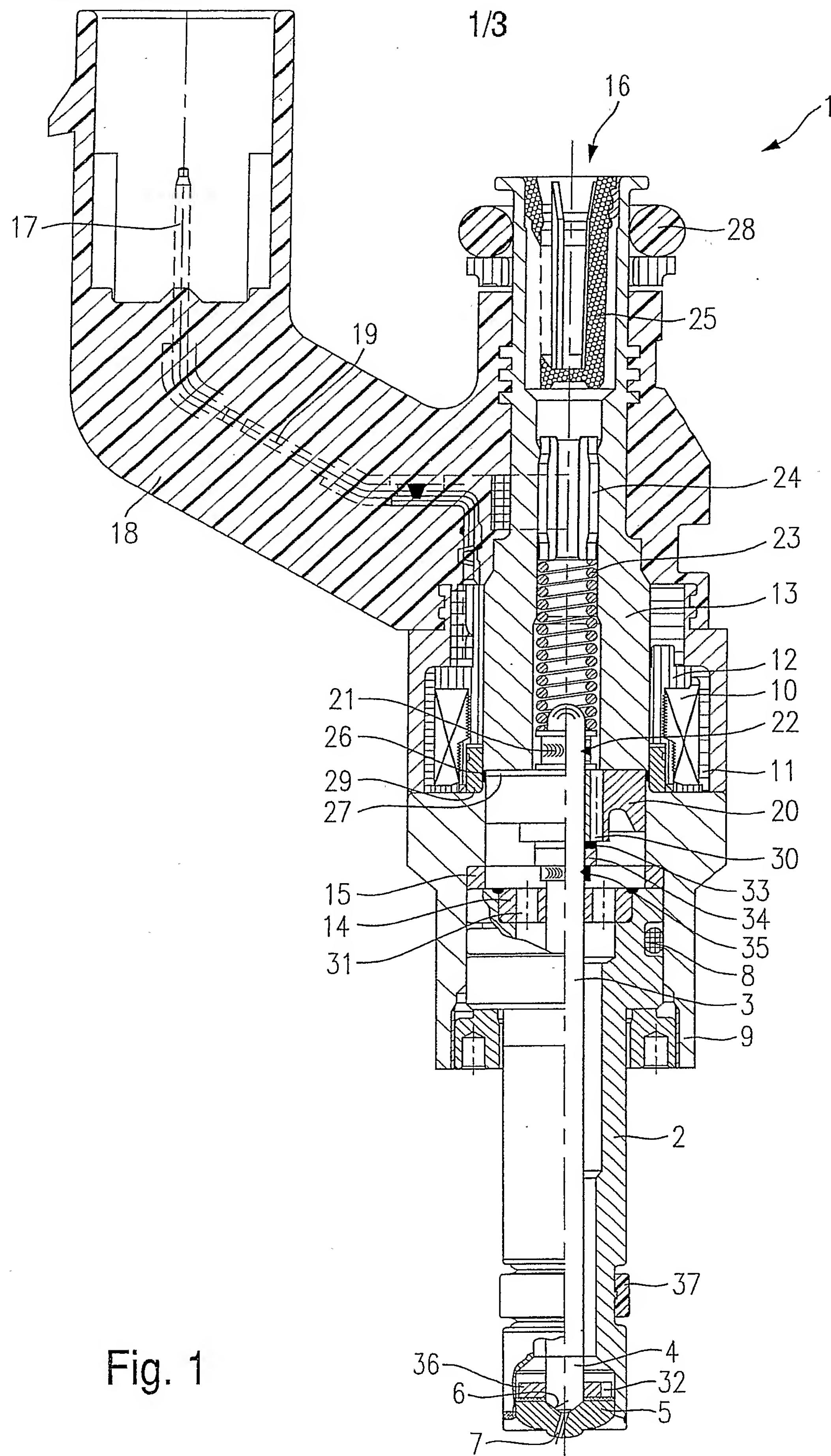
11. Brennstoffeinspritzsystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**

20 daß das Brennstoffeinspritzventil (1) 20 bis 40 Abspritzöffnungen (7) aufweist.

12. Brennstoffeinspritzsystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**

25 das die Abspritzöffnungen (7) im Querschnitt zueinander einen Spreizwinkel (Sw) von 15° bis 25°, insbesondere 20° aufweisen.

30



2/3

Fig. 2

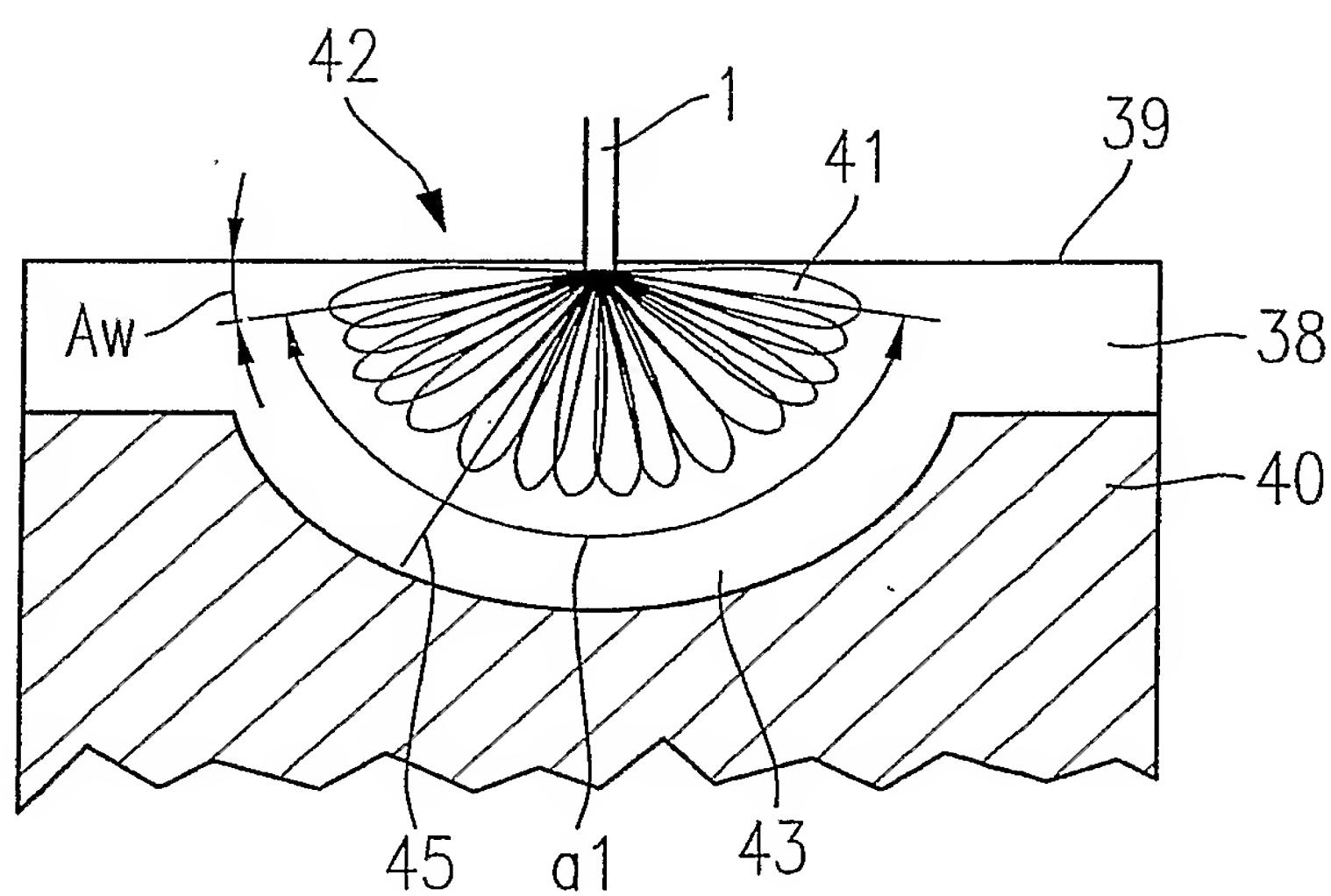
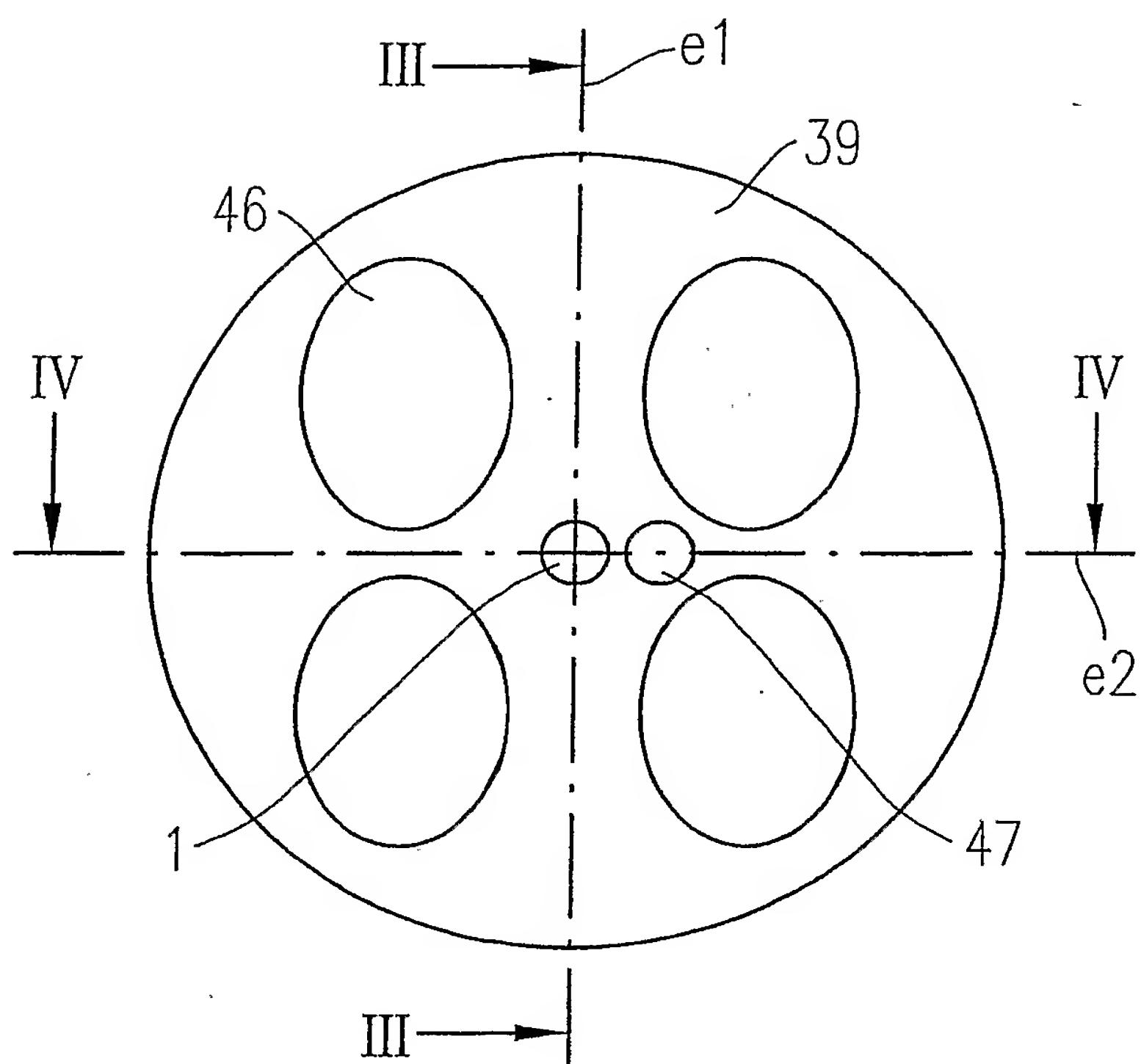


Fig. 3

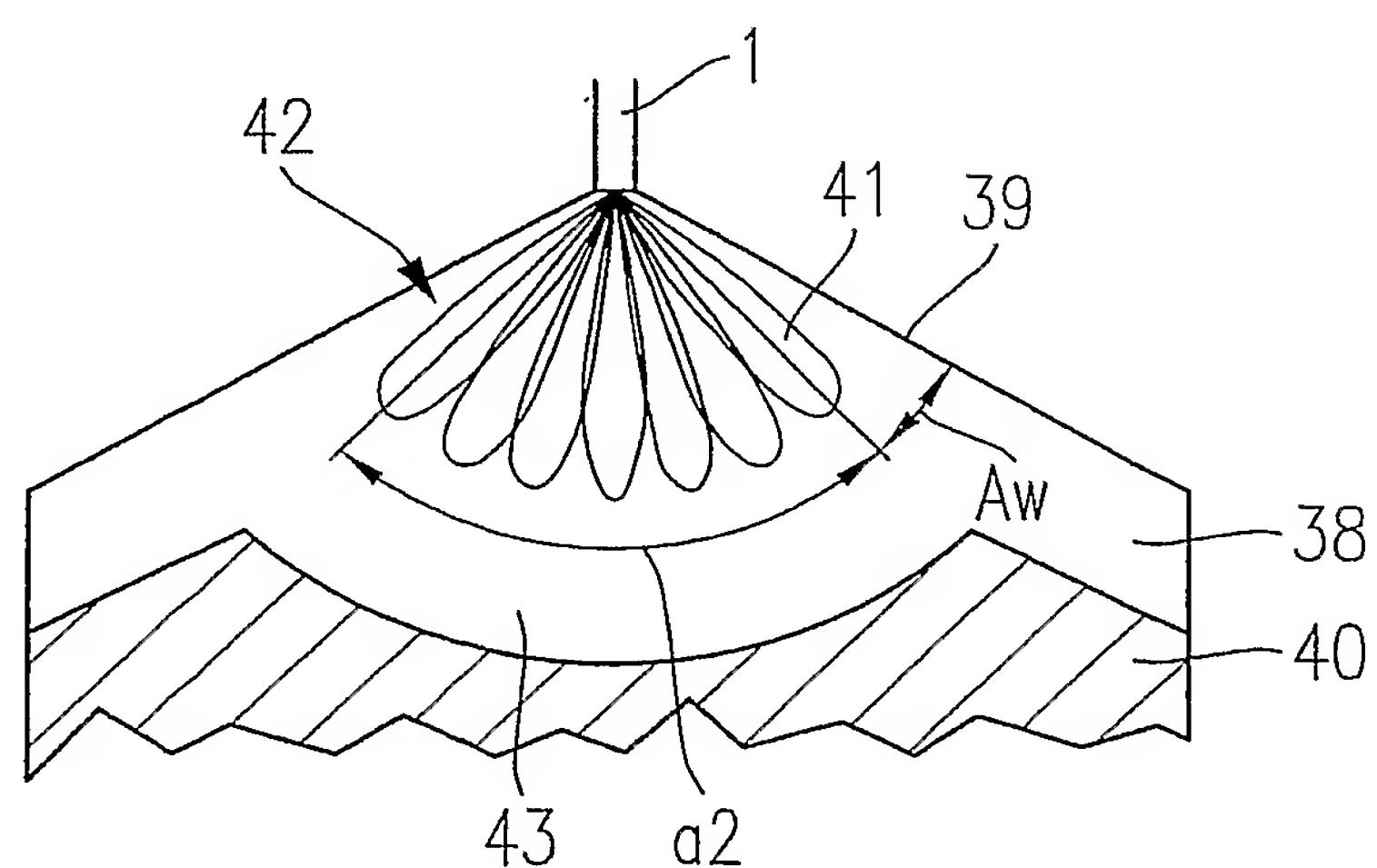


Fig. 4

Fig. 5

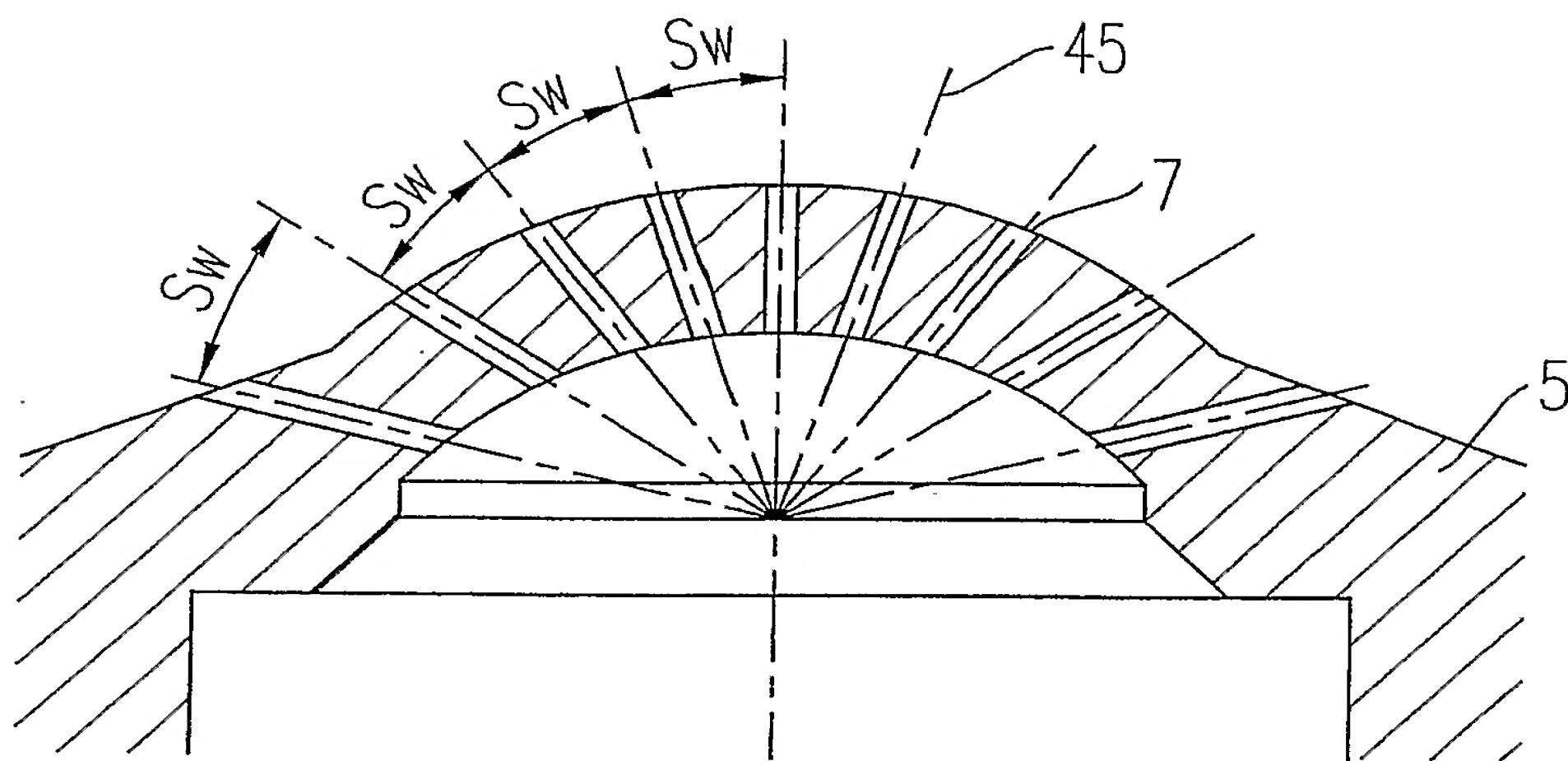


Fig. 6

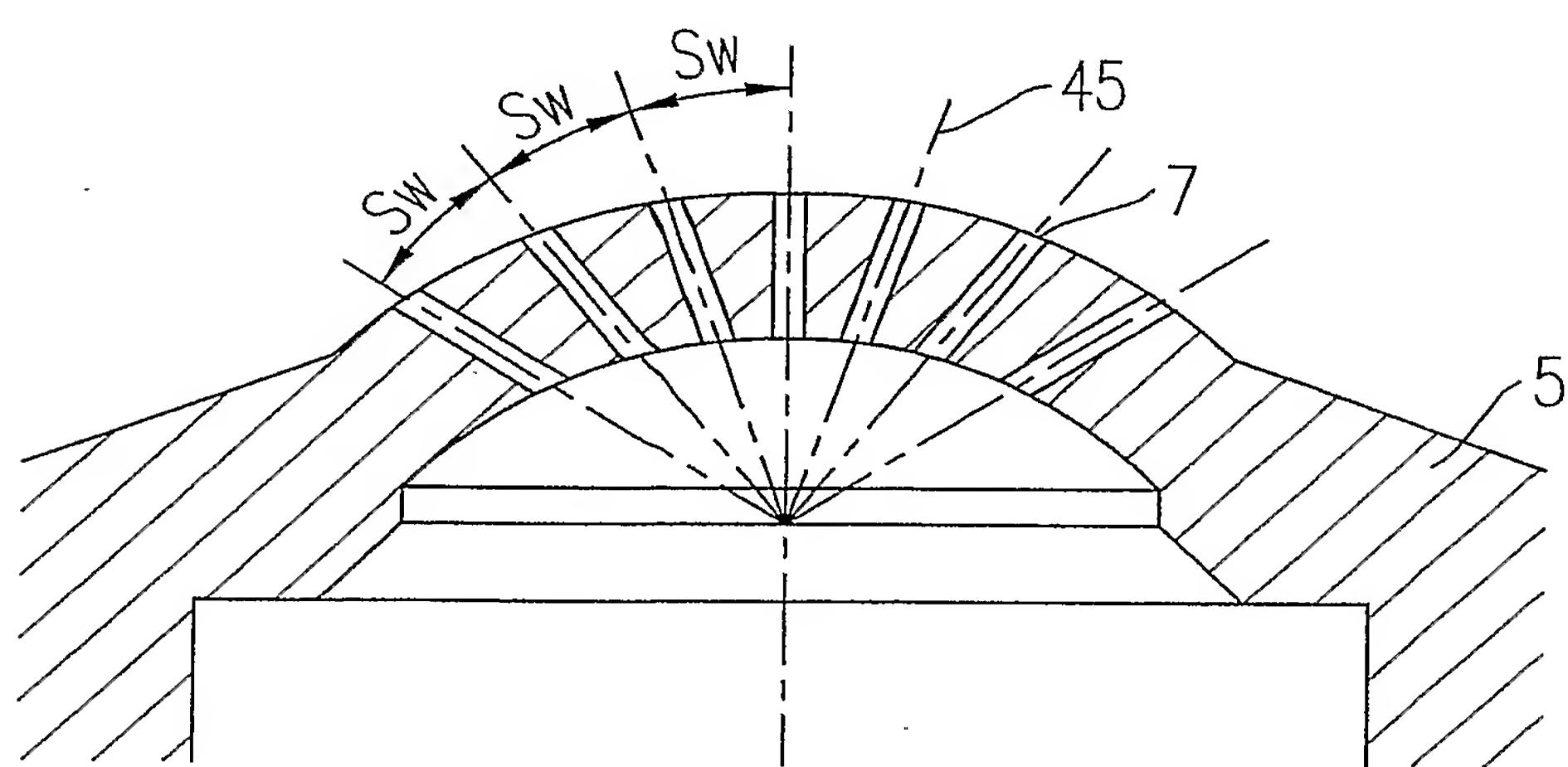
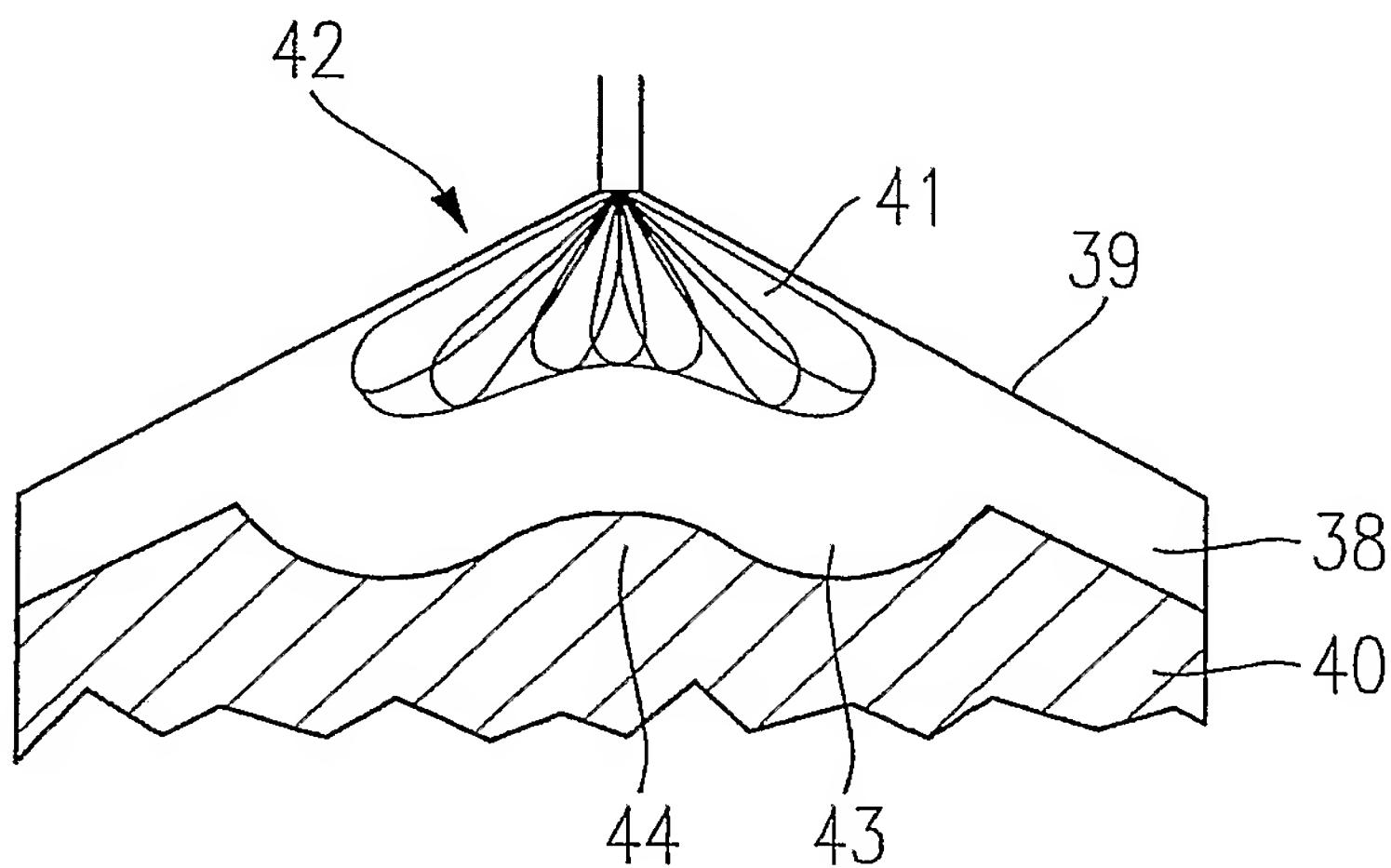


Fig. 7



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE2004/002604

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 IPC 7 F02M61/14 F02M61/18 F02B23/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02M F02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 100 26 323 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 29 November 2001 (2001-11-29) paragraph '0022! - paragraph '0036!; figures 1,4 -----	1,4,10
Y	DE 101 16 466 A1 (BOSCH AUTOMOTIVE SYSTEMS CORP., TOKIO/TOKYO) 31 October 2002 (2002-10-31) paragraph '0032! - paragraph '0059!; figures 2,3,6 -----	5,6,9, 11,12
X	EP 1 375 905 A (DENSO CORPORATION) 2 January 2004 (2004-01-02) the whole document -----	1
		-/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 March 2005

Date of mailing of the international search report

17/03/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Nobre, S

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE2004/002604

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 465 (M-1468), 25 August 1993 (1993-08-25) & JP 05 106442 A (YANMAR DIESEL ENGINE CO LTD), 27 April 1993 (1993-04-27) abstract; figures 1-4 ----- DE 100 32 336 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 17 January 2002 (2002-01-17) paragraph '0041! - paragraph '0043! -----	5,6,9
Y		11,12

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2004/002604

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
DE 10026323	A1	29-11-2001	WO EP JP US	0190543 A1 1290322 A1 2003534485 T 2002134344 A1		29-11-2001 12-03-2003 18-11-2003 26-09-2002
DE 10116466	A1	31-10-2002	JP US	2001107825 A 2001042800 A1		17-04-2001 22-11-2001
EP 1375905	A	02-01-2004	JP EP US	2004076723 A 1375905 A1 2003234006 A1		11-03-2004 02-01-2004 25-12-2003
JP 05106442	A	27-04-1993		NONE		
DE 10032336	A1	17-01-2002	BR WO DE EP JP US	0106935 A 0202928 A1 50104014 D1 1301702 A1 2004502087 T 2002185104 A1		14-05-2002 10-01-2002 11-11-2004 16-04-2003 22-01-2004 12-12-2002

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/002604

A. Klassifizierung des Anmeldungsgegenstandes  
IPK 7 F02M61/14 F02M61/18

F02B23/10

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 F02M F02B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 100 26 323 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 29. November 2001 (2001-11-29)	1, 4, 10
Y	Absatz '0022! - Absatz '0036!; Abbildungen 1, 4	5, 6, 9, 11, 12
X	DE 101 16 466 A1 (BOSCH AUTOMOTIVE SYSTEMS CORP., TOKIO/TOKYO) 31. Oktober 2002 (2002-10-31) Absatz '0032! - Absatz '0059!; Abbildungen 2, 3, 6	1, 2
X	EP 1 375 905 A (DENSO CORPORATION) 2. Januar 2004 (2004-01-02) das ganze Dokument	1
		-/-



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

- Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmelde datum veröffentlicht worden ist
- L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmelde datum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmelde datum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- & Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche  
8. März 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts  
17/03/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter  
Nobre, S

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 017, Nr. 465 (M-1468), 25. August 1993 (1993-08-25) & JP 05 106442 A (YANMAR DIESEL ENGINE CO LTD), 27. April 1993 (1993-04-27) Zusammenfassung; Abbildungen 1-4 -----	5,6,9
Y	DE 100 32 336 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 17. Januar 2002 (2002-01-17) Absatz '0041! - Absatz '0043! -----	11,12

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/002604

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 10026323	A1	29-11-2001	WO EP JP US	0190543 A1 1290322 A1 2003534485 T 2002134344 A1		29-11-2001 12-03-2003 18-11-2003 26-09-2002
DE 10116466	A1	31-10-2002	JP US	2001107825 A 2001042800 A1		17-04-2001 22-11-2001
EP 1375905	A	02-01-2004	JP EP US	2004076723 A 1375905 A1 2003234006 A1		11-03-2004 02-01-2004 25-12-2003
JP 05106442	A	27-04-1993		KEINE		
DE 10032336	A1	17-01-2002	BR WO DE EP JP US	0106935 A 0202928 A1 50104014 D1 1301702 A1 2004502087 T 2002185104 A1		14-05-2002 10-01-2002 11-11-2004 16-04-2003 22-01-2004 12-12-2002